

Electrical reluctance machine has noise insulation layer applied to inside surface of machine housing

Patent number: DE19960088
Publication date: 2001-03-15
Inventor: KOENIG WERNER (DE); ZIEKER ROLAND (DE);
KINDER JUTTA (DE); MOCH ANDREAS (DE);
MUELLER DANIEL (DE); NICKEL ARMIN (DE)
Applicant: DAIMLER CHRYSLER AG (DE)
Classification:
- **international:** H02K5/24; H02K5/04
- **european:** H02K1/18B
Application number: DE19991060088 19991214
Priority number(s): DE19991060088 19991214

Abstract of DE19960088

The electrical reluctance machine (1) has a machine housing (2) enclosing a coaxial stator (3) and rotor (4), separated from the machine housing by a noise insulation layer (5), e.g. of silicon rubber, with a thickness of between 1 and 2.5 mm. The noise insulation layer may be provided by a number of radially stacked individual layers, applied to the inside surface of the machine housing, with different frequency-dependent damping maxima.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 60 088 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
H 02 K 5/24
H 02 K 5/04

②① Aktenzeichen: 199 60 088.0
②② Anmeldetag: 14. 12. 1999
④③ Offenlegungstag: 15. 3. 2001

DE 199 60 088 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

⑦① Anmelder:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Kinder, Jutta, Dipl.-Ing., 73728 Esslingen, DE;
König, Werner, Dipl.-Ing., 71083 Herrenberg, DE;
Moch, Andreas, Dipl.-Ing., 71263 Weil der Stadt, DE;
Müller, Daniel, Dipl.-Ing., 73037 Göppingen, DE;
Nickel, Armin, Dr.-Ing., 73728 Esslingen, DE; Zieker,
Roland, Dipl.-Ing., 73061 Ebersbach, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE-AS 10 37 572
DE 197 47 742 A1
FR 25 96 930
US 50 79 466

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Elektrische Maschine mit einem Gehäuse

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Gehäuse für eine elektrische Maschine mit einem Stator und einem vom Stator umgebenen Rotor, wobei zumindest der Stator aus einem Blechpaket gebildet ist und das Gehäuse den Stator koaxial umschließt und zwischen Gehäuse und Stator zumindest eine schwingungsdämpfende Schicht mit einer Dicke von mindestens 100 μ m angeordnet ist.

DE 199 60 088 A 1

DE 199 60 088 A 1

1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine elektrische Maschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei elektrischen Antrieben fallen durch hohe Schaltfrequenzen deutlich mehr hochfrequente Schwingungen auf als beispielsweise bei Verbrennungsmotoren. Die hohen Frequenzen liegen in einem Frequenzbereich, der für das menschliche Gehör gut wahrnehmbar ist und als störend empfunden wird. So wirkt bei Reluktanzmotoren trotz günstiger technischer Eigenschaften der Geräuschpegel als störend.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine elektrische Maschine mit einem Gehäuse anzugeben, welches die Geräuschbelastigung mindert.

Die Aufgabe wird bei einer elektrischen Maschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil des Anspruchs gelöst.

Bei einer erfindungsgemäßen elektrischen Maschine ist zumindest eine schwingungsdämpfende Schicht mit einer Dicke von mindestens 100 µm zwischen Gehäuse und einem Stator der Maschine angeordnet.

Besonders bevorzugt liegt die Dicke der schwingungsdämpfenden Schicht zwischen 1 mm und 2,5 mm. Der Vorteil ist, daß die Geräuschemission von Schwingungen der elektrischen Maschine im hörbaren Bereich deutlich reduziert ist. Bevorzugt wird das Geräusch von Schwingungen im hörbaren Bereich von mehr als 400 Hz um mindestens 20% gedämpft.

In einer bevorzugten Ausgestaltung ist die schwingungsdämpfende Schicht mit der Innenseite des Gehäuses fest verbunden.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist die schwingungsdämpfende Schicht lösbar mit der Innenseite des Gehäuses verbunden.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist die schwingungsdämpfende Schicht aus einem Verbund von radial zum Stator angeordneten Lagen gebildet, welche jeweils ein Dämpfungsmaximum aufweisen, das sich frequenzabhängig unterscheidet.

In einer günstigen Ausgestaltung ist die schwingungsdämpfende Schicht zumindest im Bereich möglicher Kontaktstellen zwischen Gehäuse und Stator angeordnet.

Bevorzugt umgibt die schwingungsdämpfende Schicht den Stator an seiner Umfangsfläche vollständig.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist das Gehäuse zylinderförmig und die schwingungsdämpfende Schicht mindestens 80% der Innenseite des Gehäuses abdeckt.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist der Stator zumindest bereichsweise zum Gehäuse offene Kühlkanäle auf, wobei die schwingungsdämpfende Schicht eng am Stator anliegt, so daß die schwingungsdämpfende Schicht als Dichtmittel zur Abdichtung der Kühlkanäle wirkt.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Die Erfindung ist nachstehend anhand einer Zeichnung näher beschrieben, wobei

Fig. 1 in einer Prinzipdarstellung den Schnitt durch eine bevorzugte Maschine;

Fig. 2 einen Ausschnitt eines Schnittes durch eine bevorzugte Maschine mit Kühlkanälen zeigt.

Die Erfindung ist besonders vorteilhaft für elektrische

2

Maschinen, bei denen sowohl eine Geräuschdämmung als auch eine günstige Wärmeableitung gewünscht ist, z. B. auch eine Reluktanzmaschine, insbesondere eine geschaltete Reluktanzmaschine.

In Fig. 1 ist eine solche bevorzugte elektrische Maschine 1 dargestellt. Der Stator 3 ist von einem Gehäuse 2 umgeben. Der Stator 3 umgibt den Rotor 4 der Maschine 1. Die Figur zeigt eine Draufsicht auf einen Querschnitt der Maschine 1.

Der Stator 3 ist zylinderförmig und wird vom Gehäuse 2 eng umschlossen. Zwischen Stator 3 und der Innenwand des Gehäuses 2 ist eine Schicht 5 angeordnet, die besonders schwingungsdämmende Eigenschaften hat. Selbstverständlich kann die Maschine 1 auch eine Außenläufermaschine sein, bei der der Rotor 4 den Stator 3 konzentrisch umgibt und bei der die Schicht 5 dann zwischen Rotor 4 und Gehäuse 2 angeordnet ist. Das Gehäuse 2 umgibt die koaxiale Anordnung von Rotor 4 und Stator 3, und die Schicht 5 ist zwischen Gehäuse und der koaxialen Anordnung von Rotor 4 und Stator 3 angebracht.

Diese Schicht 5 kann mit der Innenwand des Gehäuses 2 fest verbunden sein. Dazu kann die Schicht aufgespritzt sein oder aufgestrichen und gegebenenfalls ausgehärtet sein. Die Schicht 5 kann jedoch auch als separate lose Matte zwischen Stator 3 und Gehäuse 2 gelegt sein oder mit Stator 3 und/oder Gehäuse 2 verklebt sein. Der Vorteil ist, daß eine Matte auf die jeweilige gewünschte Größe und Form zurechtgeschnitten werden kann und keiner weiteren Behandlung, wie z. B. Aushärten, unterzogen werden muß.

Vorzugsweise ist die Schicht 5 ein Kunststoff, besonders bevorzugt Silikonkautschuk. Die Schicht 5 weist eine Wärmeleitfähigkeit auf, die höher als die von Luft ist, vorzugsweise mindestens $1 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$, so daß eine Wärmeabfuhr aus der Maschine 1 über das Gehäuse 2 verbessert ist und gleichzeitig Laufgeräusche der Maschine 1 deutlich reduziert sind.

Die Dicke der Schicht 5 sollte aus Platzgründen möglichst gering sein, jedoch dick genug, um mechanisch stabil zu sein. Damit ist einerseits gewährleistet, daß keine unerwünschte metallische Kopplung zwischen Stator 3 und Gehäuse 2 etwa durch Beschädigung der Schicht 5 auftritt, zum anderen wird die Wärmeabfuhr aus der Maschine 1 nicht verschlechtert. Die Schicht 5 ist mindestens 100 µm dick, bevorzugt weist die Schicht 5 eine Dicke zwischen 1 mm bis zu 2,5 mm auf.

Eine bevorzugte Silikonkautschukschicht mit 2 mm Dicke dämpft die Geräusche einer bevorzugten Reluktanzmaschine so ausreichend, daß Frequenzen oberhalb von 400 Hz von Personen nicht mehr als störend wahrgenommen werden, besonders bevorzugt wird ein Silikonkautschuk eingesetzt, der hochtemperaturbeständig ist, bevorzugt bis über 180°C, mit einer Zugfestigkeit von etwa 9 Mpa, mit einer Shorehärte A und einer Zündtemperatur von etwa 450°C.

Schicht 5 kann auch als Verbund aus mehreren Lagen gebildet sein, welche unterschiedliche Eigenschaften haben, vorzugsweise unterscheiden sich die Lagen in ihren elastischen Eigenschaften. Diese Maßnahme bietet die Möglichkeit, die Geräuschdämmung einer elektrischen Maschine besonders genau auf das verursachende Schwingungssystem abzustimmen. Vorteilhaft ist, die Lagen der Schicht 5 so auszuwählen, daß einzelne Lagen voneinander unterschiedliche Dämpfungsmaxima für Schwingungen aufweisen.

Schicht 5 kann auch vorteilhaft als Abdichtung von Kühlkanälen eingesetzt werden, die auf dem Stator 3 angebracht sind. Diese bevorzugte Weiterbildung ist in Fig. 2 dargestellt.

DE 199 60 088 A 1

3

Auf der Außenmantelfläche des Stators 3 sind Vertiefungen 6 angeordnet, die zum Gehäuse 2 hin offene Kühlkanäle bilden. Die Vertiefungen 6 sind im wesentlichen in Richtung der Zylinderachse des Stators 3 bzw. der Maschine 1 orientiert. Benachbarte Vertiefungen 6 können über Querkäle verbunden sein, die entweder im Stator 3 und/oder im Gehäuse 2 vorgesehen sind. Wird das Gehäuse 2 eng an den Stator 3 angepreßt, dichtet die elastische Schicht 5 die Vertiefungen 6 ab und bildet so Kühlkanäle für ein Kühlmittel wie z. B. Wasser oder Öl. Es ist auch möglich, ein gasförmiges Kühlmittel einzusetzen.

Der Stator 2 wird somit vorteilhaft direkt gekühlt, so daß der Wärmeabtransport von Verlustleistung aus dem Stator 2 deutlich verbessert ist. Ein Kühlmittel kann in den durch die Vertiefungen 6 gebildeten Kühlkanälen in einer den Anforderungen nach optimierten Zahl von Schleifen über die Mantelfläche oder innerhalb des Stators 2 geleitet werden.

Eine besonders bevorzugte Reluktanzmaschine ist mit einem Gehäuse 2 ausgestattet, welches aus Aluminium-Druckgußschalen besteht. Das Gehäuse 2 ist aus zwei Druckguß-Halbschalen zusammengesetzt, welche parallel zur Achsrichtung des Stators 3 aufgeschnitten sind. Die Innenwand der Halbschalen sind mit einer hochtemperaturfesten schwingungsdämmenden Silikonkautschukmatte ausgekleidet. Beim Zusammenbau der Maschine werden die Halbschalen des Gehäuses 2 zusammengefügt, so daß die schwingungsdämmenden Matten den Stator 3 eng umschließen und durch das Gehäuse 2 vorzugsweise flächig gegen diesen gedrückt werden. Wegen des geringen spezifischen Gewichts wirkt das Aluminiumgehäuse mit der Schicht 5 zusammen zusätzlich schwingungsdämmend.

In einem besonders bevorzugten Gehäuse 2 sind beispielsweise auf der Innenseite des Gehäuses 2 und/oder der Stirnseite des Gehäuses 2 zusätzliche Vertiefungen und/oder Hervorhebungen ausgebildet, welche nach dem Zusammenbau des Gehäuses 2 besonders bevorzugt integrierte Lagerschilde und/oder Elektronikgehäuse bilden. Insbesondere ist es möglich, durch entsprechende Vertiefungen und/oder Hervorhebungen auf der statorseitigen Gehäusesseite verschiedene Gehäusewände für eine Leistungselektronik des Motors platzsparend in das Gehäuse zu integrieren.

Im Bereich des Stators 3 ist das Gehäuse 2 mit der Schicht 5 ausgekleidet. Im Bereich der Lagerschilde der Maschine 1 ist eine Kühlung, bevorzugt eine Wasserkühlung, vorgesehen, so daß vorteilhafterweise die Elektronik in den Kühlkreislauf der elektrischen Maschinen 1 integriert ist. Es ist keine zusätzliche Kühlanordnung für die Elektronik notwendig. Wird das Gehäuse 2 innen vollständig mit einer Kunststoffschicht ausgestattet, kann die Schicht 5 gleichzeitig noch als elektrische Isolierung des Gehäuses 2 dienen, was die Betriebssicherheit erhöht.

Mit einem bevorzugten Druckgußgehäuse als Gehäuse 2 ist die kompakte Bauweise der elektrischen Maschine 1 einfach zu realisieren. Ebenso können auf entsprechend einfache Weise Lagerschilde für die Rotorhalterung in das Gehäuse integriert werden. Damit lassen sich alle Einzelbauteilfunktionen der elektrischen Maschine 1 in das Gehäuse 2 integrieren. Weiterhin entfallen Bearbeitungsschritte beim Zusammenbau der Teile, die erfindungsgemäße Anordnung weist eine kleinere Anzahl an Bearbeitungs- oder Dichtflächen am Gehäuse 2 auf.

Der Montageaufwand ist daher stark verringert. Besonders vorteilhaft ist die Verringerung der Anzahl der Herstellungswerkzeuge bei der Fertigung der Maschine selbst. Diese kann erheblich kompakter ausgeführt werden als nach dem Stand der Technik.

Die Kombination von einer in den Stator 3 integrierten Kühlung und einem Aluminium-Druckgußgehäuse 2 ist be-

4

sonders vorteilhaft, da damit eine Großserienproduktion von entsprechenden elektrischen Maschinen möglich ist. Aufwendige Montageschritte zur Montage der Steuerelektronik in separate Gehäuse entfallen, da die Steuerelektronik in die integrierten Gehäuse im Motorgehäuse eingebaut werden können. Diese werden durch die integrierte Kühlung des Stators 3 mit gekühlt, so daß eine separate Elektronik Kühlung ebenfalls entfallen kann.

Patentansprüche

1. Elektrische Maschine (1) mit einem Gehäuse (2), welches eine koaxiale Anordnung von einem Stator (3) und einem Rotor (4) koaxial umgibt, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen Gehäuse (2) und der Anordnung von Stator (3) und Rotor (4) zumindest eine schwingungsdämpfende Schicht (5) mit einer Dicke von mindestens 100 µm angeordnet ist.
2. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der schwingungsdämpfenden Schicht (5) zwischen 1 mm und 2,5 mm liegt.
3. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die schwingungsdämpfende Schicht (5) mit der Innenseite des Gehäuses (2) fest verbunden ist.
4. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die schwingungsdämpfende Schicht (5) lösbar mit der Innenseite des Gehäuses (2) verbunden ist.
5. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die schwingungsdämpfende Schicht (5) aus einem Verbund von radial zum Stator (3) angeordneten Lagen besteht, deren frequenzabhängiges Dämpfungsmaximum sich unterscheidet.
6. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die schwingungsdämpfende Schicht (5) zumindest im Bereich möglicher Kontaktstellen zwischen Gehäuse (2) und Stator (3) angeordnet ist.
7. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die schwingungsdämpfende Schicht (5) den Stator (3) an seiner Umfangsfläche vollständig umgibt.
8. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (2) aus einem Aluminium-Druckgußkörper gebildet ist.
9. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (2) zylinderförmig ist und die schwingungsdämpfende Schicht (5) mindestens 80% der Innenseite des Gehäuses (2) abdeckt.
10. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (3) zumindest teilweise zum Gehäuse (2) offene Vertiefungen (6) aufweist und die schwingungsdämpfende Schicht (5) eng am Stator (3) anliegt, so daß die schwingungsdämpfende Schicht (5) als Dichtmittel zur Abdichtung der Vertiefungen (6) wirkt, welche Kühlkanäle bilden.
11. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest teilweise auf der Innenseite und/oder einer Stirnseite des Gehäuses (2) Vertiefungen und/oder Hervorhebungen ausgebildet sind, welche Lagerschilde und/oder Elektronikgehäuse bilden.
12. Elektrische Maschine nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß für das am oder im Gehäuse (2) angeordnete Elektronikgehäuse und für das Gehäuse (2) gemeinsame Kühlmittel vorgesehen sind.
13. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die schwingungsdämpfende

DE 199 60 088 A 1

5

6

Schicht (5) aus Silikonkautschuk gebildet ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:
Int. Cl.⁷:
Offenlegungstag:

DE 199 60 088 A1
H 02 K 5/24
15. März 2001

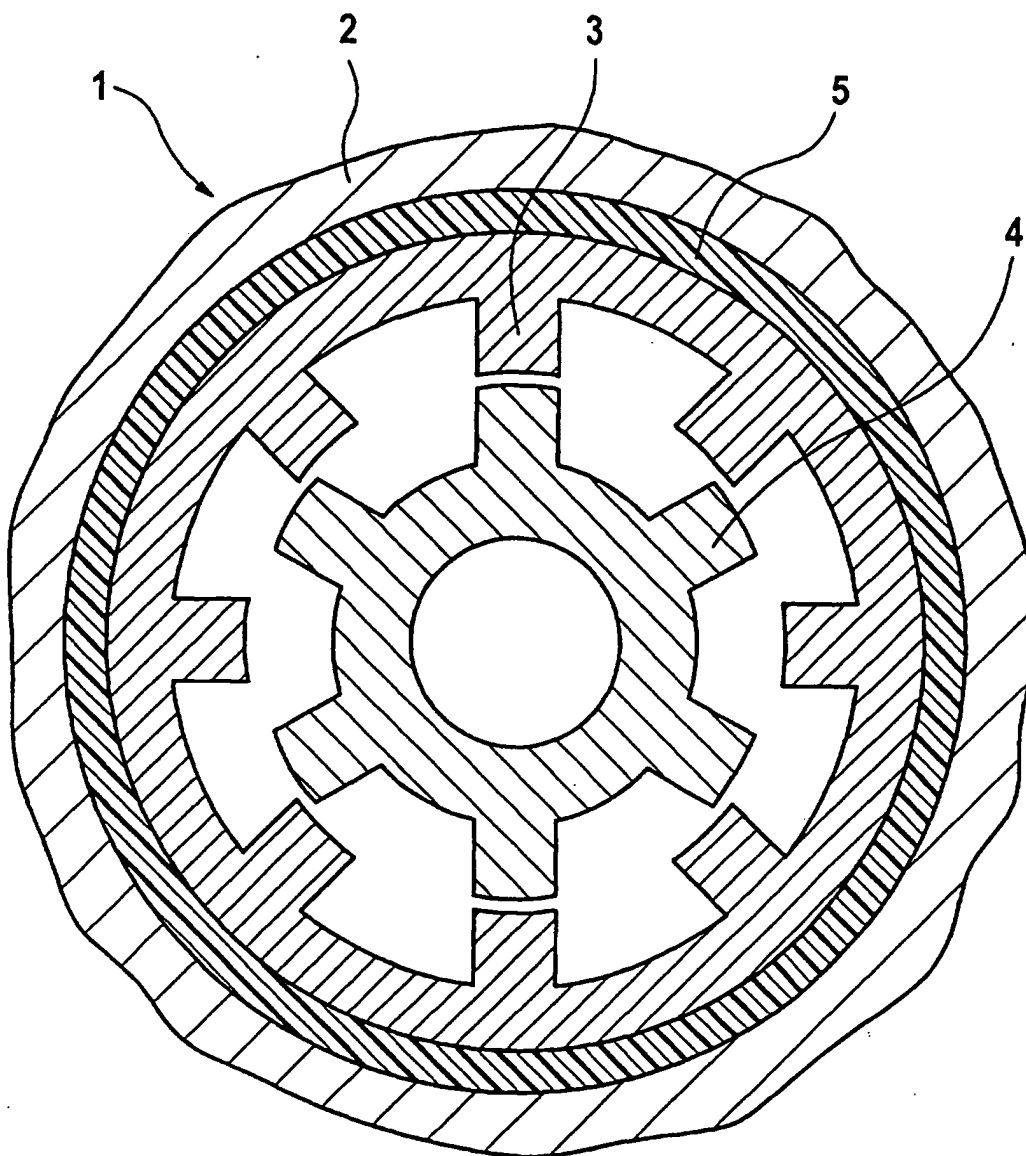
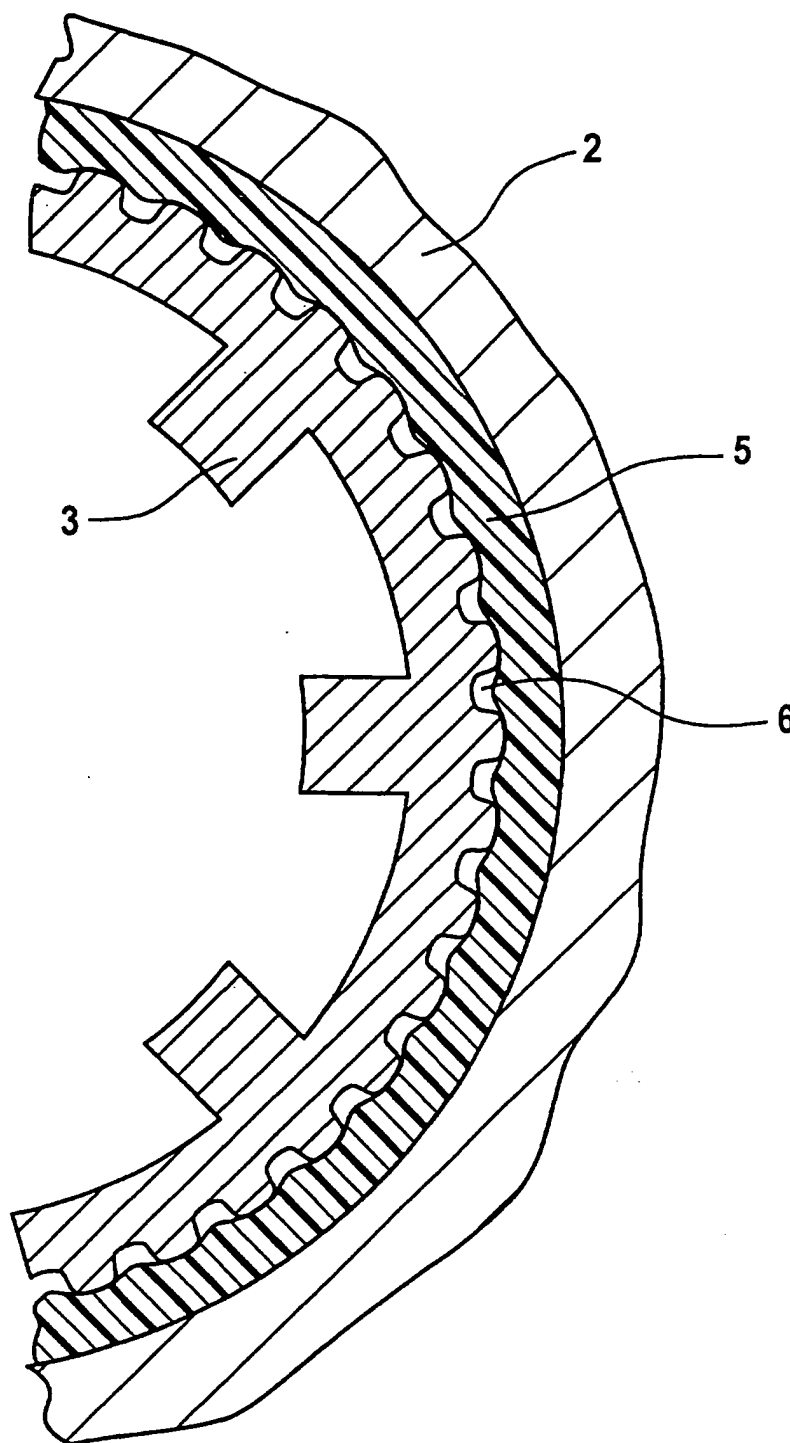


Fig. 1

ZEICHNUNGEN SEITE 2

Nummer:
Int. Cl. 7:
Offenlegungstag:

DE 199 60 088 A1
H 02 K 5/24
15. März 2001

**Fig. 2**